

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Oktober 2002 (17.10.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/081092 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B03C 1/033**

GMBH [DE/DE]; Widdersdorfer Strasse 329-331, 50933
Köln (DE). **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE**
GMBH [DE/DE]; Technik und Umwelt, Postfach 3640,
76021 Karlsruhe (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/01225

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. April 2002 (04.04.2002)

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANZREB,**
Matthias [DE/DE]; Eschenweg 20, 76185 Karlsruhe
(DE). **LEINEN, Harald** [DE/DE]; Glessener Weg 6,
50259 Pulheim (DE). **WARLITZ, Götz** [DE/DE]; Adler-
weg 29, 50189 Elsdorf (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 17 659.7 9. April 2001 (09.04.2001) DE

(74) Anwalt: **KASSNER, Klaus**; Retzdorffpromenade 2/II,
12161 Berlin (DE).

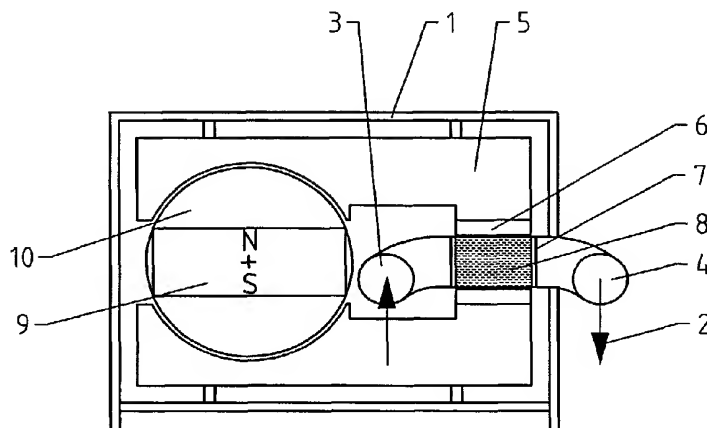
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **STEINERT ELEKTROMAGNETBAU**

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AU, BA,
BB, BG, BR, BZ, CA, CN, CO, CR, CU, CZ, DM, DZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HIGH-GRADIENT MAGNETIC FILTER AND METHOD FOR THE SEPARATION OF WEAKLY MAGNETISABLE
PARTICLES FROM FLUID MEDIA

(54) Bezeichnung: HOCHGRADIENTEN-MAGNETFILTER UND VERFAHREN ZUM ABTRENNEN VON SCHWACH MA-
GNETISIERBAREN PARTIKELN AUS FLÜSSIGEN MEDIEN



(57) Abstract: High-gradient magnetic filter and method for the separation of weakly magnetisable particles from fluid media (2) in a circuit, embodied as a compact, low-maintenance unit with low repair requirements, comprising a housing (1), for the high gradient magnetic filter, with means for directing the flowing medium (2) in a pipe system with a feed (3) and return (4), a magnetic circuit (5), forming the high-gradient magnet filter in which at least one filter (8) is arranged in a filter chamber (7), formed between the pole faces (6) of the magnetic circuit (5), through which the medium (2) for purification flows, at least one permanent magnet (9), arranged in the magnetic circuit (5), for generation of a magnetic field between the pole faces (6). The magnetic circuit (5) is separated and sealed off from the flowing medium, the magnetic field between the pole faces (6) may be alternately switched on and off by means of the permanent magnet (9), whereupon the discharge and the operation of separating off the particles from the flowing medium may be achieved simply and economically.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/081092 A1



EC, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LS, LT, LV, MA, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, OM, PH, PL, RO, SG, SI, SK, SL, TN, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien (2) in einem Umlauf, ausgestaltet als kompakte und wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit, umfassend ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse (1) mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums (2) in einem Rohrsystem mit Vorlaut (3) und Rücklauf (4), einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis (5), in dem sich in einer, zwischen Polschuhen (6) des Eisenkreises (5) ausgebildeten Filterkammer (7) mindestens ein Filter (8) befindet, das von dem zu reinigendem Medium (2) durchströmt wird, mindestens einen in dem Eisenkreis (5) angeordneten Permanentmagneten (9) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zwischen den Polschuhen (6), wobei der Eisenkreis (5) von dem flüssigen Medium (2) getrennt und somit abgedichtet ist, und das Magnetfeld zwischen den Polschuhen (6), welches mittels des Permanentmagneten (9) im Wechsel abschaltbar und wieder einschaltbar ist, wodurch der Ablaut und der Betrieb der Abtrennung der Partikel aus den flüssigen Medien einfach und kostengünstig erfolgen können.

Beschreibung

Hochgradienten-Magnetfilter und Verfahren zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien, dessen Funktionsweise aus dem physikalischen Prinzip der Generierung von Feldstärkengradienten durch das Einbringen einer ferromagnetischen Struktur in ein Magnetfeld abgeleitet ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters.

Es hat sich bei derartigen Filtern durchgesetzt, das erforderliche Magnetfeld durch Permanentmagnete zu erzeugen, um die Baueinheiten raumsparender und kostengünstiger herstellen sowie energiesparender gegenüber den Filtern mit Elektromagneten betreiben zu können.

Stand der Technik

Eine derartige Einrichtung ist schon in der DE 33 12 207 A1 beschrieben. Diese enthält feststehende Kammern, die mit einer magnetisierbaren ferromagnetischen Füllmasse gefüllt sind. Für die Zu- und Ableitung eines flüssigen Mediums sind Stutzen vorgesehen. Jedes Paar der Kammern weist eine gemeinsame Magnetisierungsanordnung auf, deren Magnetleiter aus zwei einander gegenüberliegenden Teilen besteht, die auf verschiedenen Seiten von einer

durch die Mitten dieser Kammern durchgehenden Linie angeordnet sind. Jeder derartige Teil schließt einen Magneten mit Polschuhen ein, die an den Kammern diametral zueinander in Richtung quer zu der durch die Mitten der Kammern gehenden Linie angeordnet sind, wodurch diese zwei Teile samt den ferromagnetischen Filterfüllmassen einen geschlossenen magnetischen Kreis bilden.

Nachteilig sind hierbei der noch erhebliche Bauraum der Einrichtung und der komplizierte Ablauf zur Aussonderung der ferromagnetischen Werkstoffe aus den flüssigen Medien.

Weiterhin ist gemäß der DE 196 26 999 ein Hochgradienten-Magnetabscheider mit einer magnetischen Einheit aus zwei Polen offenbart, die miteinander einen Zwischenraum bilden, in dem sich ein homogenes Magnetfeld erzeugen läßt, mit einem Matrixrahmen, der sich um eine Achse in eine Drehung versetzen läßt und zumindest teilweise einen ringförmigen, durch Trennwände in Segmente abgeteilten Innenraum umschließt, sowie mindestens jeweils einer Zufluß- und einer Abflußleitung. Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Weg des Fluids innerhalb des Magnetfeldes zu vergrößern. Dies wird dadurch gelöst, daß die Breite der magnetischen Einheit entlang dem Innenraum mindestens der Breite von zwei Segmenten entspricht und im Bereich des Zwischenraums jedes Segment des ringförmigen Innenraums mit seinen benachbarten Segmenten über jeweils eine Öffnung verbunden ist, wobei die Öffnungen alternierend an einer ersten und einer zweiten, der ersten nicht gegenüberliegenden Stelle angebracht sind.

Das Magnetfeld wird dabei auch von Permanentmagneten aufgebaut, die es schon gestatten, den Separator kleiner und kostengünstiger herzustellen und die Betriebskosten zu senken.

Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß sich die Permanentmagnete für den erforderlichen Rückspülvorgang nicht ausschalten lassen. Die in einem Karussell angeordneten Filterkammern werden deswegen nach dem Filtervorgang im Magnetfeld zyklisch aus dem Magnetfeldbereich gedreht und in der feldfreien Zone gespült. Anschließend werden die Filterkammern wieder ins Magnetfeld gedreht und erneut mit der zu reinigenden Flüssigkeit beaufschlagt, bis das Filter zugesetzt ist und ein weiterer Rückspülvorgang außerhalb des Magnetfeldes erfolgen muß.

Ein solcher Karussellseparator erfordert einen konstruktiven Aufbau, der viele bewegte Teile und vor allem zahlreiche Dichtungen vorsehen muß. Dies führt zu Verschleiß und Undichtigkeiten und damit zu einem erheblichen Wartungs- und Reparaturaufwand, was z.B. in einer kommunalen Abwasseranlage unvertretbar ist.

Bei einem weiteren Hochgradienten-Magnetseparator entsprechend dem DE-GM 297 23 852.3 ist zumindest das Dichtungsproblem behoben. Dabei werden nicht die einzelnen Filterkammern in das Magnetfeld hinein- und wieder herausbewegt. Das Filtersystem steht fest, und ein Magnet wird mechanisch hin- und herbewegt, um den Filtervorgang bzw. das Rückspülen einzuleiten. Jedoch sind auch hier viele bewegte Teile erforderlich.

Schließlich bleibt ein neu entwickelter Hochgradienten-Magnetabscheider, wie er in der WO 01/07167 A1 offenbart ist, für das zu lösende Problem außer Betracht, weil er für die Separierung ein verändertes konstruktives und Trennprinzip verfolgt.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien zu schaffen, der - unter Verwendung eines Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes - eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit darstellt, den Ablauf der Abtrennung der Partikel einfach gestaltet und den Permanentmagneten für den erforderlichen Rückspülvorgang unwirksam macht. Dabei sollen die Teilevielfalt bzw. -anzahl weiter reduziert und das Dichtungsproblem beseitigt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters soll eine effiziente Anwendung desselben sichern.

Erfindungsgemäß wird dies nach dem Anspruch 1 dadurch gelöst, daß der Hochgradienten-Magnetfilter umfaßt

- ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums in einem Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf,
- einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis, in dem sich in einer, zwischen Polschuhen des Eisenkreises ausgebildeten Filterkammer ein Filter befindet, das von dem zu reinigenden Medium durchströmt wird,

- mindestens einen in dem Eisenkreis angeordneten Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes zwischen den Polschuhen, wobei dieser Teil des Eisenkreises zu dem flüssigen Medium getrennt und somit abgedichtet ist, und
- das Magnetfeld zwischen den Polschuhen, welches mittels des Permanentmagneten abschaltbar und wieder einschaltbar ist.

Mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 5 ist das erfindungsgemäße Konzept weiter ausgestaltet.

Die Erfindung kann gemäß den Ansprüchen 6 bis 8 oder 9 funktionell in zwei Varianten realisiert werden.

Die eine Variante sieht vor, den Permanentmagneten als Rotor auszubilden und in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises drehbar anzuordnen. Dabei ist der Drehwinkel des Rotors so einstellbar, daß die Feldstärke zwischen den Polschuhen von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert gewählt werden kann, um die Feldstärke den unterschiedlichen Materialien der abzutrennenden Partikel anpassen zu können. Es ist auch möglich, die Winkelstellung des Rotors z.B. 90°-weise oder in anderen Winkelschritten zu arretieren.

Die andere Variante der Erfindung besteht darin, den Permanentmagneten als linear verschiebbares Stück in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises auszubilden.

Für diese Varianten der Erfindung sind die zweckmäßigen Ausführungen den Merkmalen der Ansprüche 10 bis 20 zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters entsprechend den Schritten der Ansprüche 21 oder 22 erfolgt so, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem grundsätzlich nach folgenden Schritten abläuft:

- a) Beaufschlagung des Filters mit dem zu separierenden Medium über das Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis zwischen den Polschuhen und Durchsetzung des Magnetfeldes in der vom Medium durchspülten Filterkammer am Filter, wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Winkelstellung des Permanentmagneten unterschiedlich stark einstellbar ist, danach
- b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentmagneten und Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Filter in einem Spülvorgang als Gegenstromverfahren oder auch als Gleichstromverfahren und

- c) Wiederholung der Schrittfolge a) und b) bis zur Beendigung der Abtrennung der Partikel aus dem flüssigen Medium.

Das Verfahren ist entsprechend den Merkmalen der Ansprüche 23 oder 24 hinsichtlich des Mediums bzw. der Medien unterschiedlich ausgestaltungsfähig.

Weiterhin kann das Verfahren nach Anspruch 25 durch die Verwendung eines Programms zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und auszuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke effizient betrieben werden, wobei das Programm auch die Funktionen gemäß den Merkmalen der Ansprüche 26 bis 28umfaßt.

Die Erfindung wird an Ausführungsbeispielen erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 den erfindungsgemäßen Hochgradienten-Magnetfilter in vereinfachter Darstellung im durch den Rotor 10 eingeschalteten Zustand,

Fig. 2 den Hochgradienten-Magnetfilter nach Fig. 1 im ausgeschalteten Zustand,

Fig. 3 die Erfindungsvariante mit schematischer Darstellung des Permanentmagneten 9 als linear verschiebbares Stück 11,

Fig. 4 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit dem Permanentmagneten 9 aus Einzelpermanentmagneten 12,

Fig. 5 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit Antrieb 13,

Fig. 6 das Prinzip der Lagerung des Rotors 10 und

Fig. 7 das Prinzip einer erfindungsgemäßen Doppelausführung mit zwei Filtern 8 und einem Rotor 10.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Entsprechend den Fig. 1 und 2 besteht der erfindungsgemäße Hochgradienten-Magnetfilter in seinem wesentlichen Aufbau aus einem Gehäuse 1, in dem ein Rohrsystem zur Führung eines flüssigen Mediums 2 (Pfeile), aus dem schwach magnetisierbare Partikel abzutrennen sind, mit einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 vorgesehen ist. Dazu werden nicht dargestellte Mittel verwendet, wie z.B. zum allgemeinen Stand der Technik gehörende Ventilsteuerblöcke, die den jeweiligen Vorlauf 3 und Rücklauf 4 des Mediums 2 in einem wechselseitigen Umlauf steuern.

Innerhalb des Gehäuses 1 befindet sich ein Eisenkreis 5, in dem sich in einer zwischen Polschuhen 6 des Eisenkreises 5 ausgebildeten Filterkammer 7 ein Filter 8 befindet, das von dem Medium 2 durchströmt wird. In dem Eisenkreis ist ein Permanentmagnet 9 angeordnet, der im gemäß Fig. 1 eingeschalteten Zustand ein Magnetfeld zwischen den Polschuhen 6 erzeugt und damit das Filter 8 durchsetzt.

Der gesamte Teil des Eisenkreises 5 ist zu dem flüssigen Medium 2 stets abgetrennt und somit abgedichtet, wobei das Rohrsystem mit dem Vorlauf 3 und Rücklauf 4 raumsparend durch den Eisenkreis 5 umschlossen wird.

In den Fig. 1 und 2 ist die Erfindungsvariante mit einem als Rotor 10 ausgebildeten Permanentmagneten 9 dargestellt. Der Rotor 10 ist mit Einzelpermanentmagneten 12 gemäß Fig. 4 bestückt. Fig. 5 zeigt die schematische Darstellung eines Antriebs 13 für den Rotor 10, mit dem dieser das Magnetfeld abschaltet (Fig. 2) und einschaltet (Fig. 1). Zweckmäßigerweise ist der Rotor 10 mit einer Achse 14 versehen, die in Lagern 15 gleitend und drehbar aufgenommen ist (Fig. 6).

Die Erfindungsvariante mit dem Permanentmagneten 9 als linear verschiebbares Stück 11, welches z. B. gleitend gelagert und über einen nicht dargestellten Antrieb das Magnetfeld ein- und wieder abschaltet, ist in Fig. 3 schematisch dargestellt, wobei die Gestaltung dieses Hochgradienten-Magnetfilters sich in Analogie zu den Fig. 1 und 2 ergeben kann.

Nach diesem konstruktiven Grundaufbau sind vorteilhafte Ausführungen möglich, die je nach Verwendungszweck und Wirkungsgrad realisiert und sich wie folgt darstellen können:

Je nach der Beschaffenheit der abzutrennenden, schwachmagnetisierbaren Partikel aus den flüssigen Medien 2, kann der Drehwinkel des Rotors 10 so eingestellt werden, daß die wirkende Feldstärke zwischen den Polschuhen 6 von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert wählbar ist. Damit ist eine weitgehende Anpassung der auf die unterschiedlichen Materialien der Partikel einwirkenden Feldstärke möglich, und der Trenneffekt ist beeinflussbar. Wenn es zweckmäßig ist, kann der Rotor 10 auch 90°-weise oder in anderen Winkelschritten gedreht und arretiert werden.

Um den Durchsatz und Wirkungsgrad erfindungsgemäßer Hochgradienten-Magnetfilter zu erhöhen sowie den spezifischen Bauaufwand zu senken, wird die Ausbildung gemäß der Fig. 7 vorgeschlagen, bei der der Eisenkreis 5 so gestaltet ist, daß zwei Filter 8 vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten 9 gleichzeitig mit je einem Magnetfeld im eingeschalteten Zustand beaufschlagt oder ausgeschaltet sind. Fig. 7 zeigt dabei den Permanentmagneten 9 als Rotor 10, wobei Durchsatz und Wirkungsgrad auch durch das linear verschiebbare Stück 11 als Permanentmagnet 9 erhöhbar sind, wenn dieses in einem entsprechend gestalteten bzw. angeordneten Eisenkreis 5 korrespondiert und mindestens zwei Filter 8 mit je einem Magnetfeld versorgt.

Das erfindungsgemäße Verfahrensprinzip zum Betreiben aller denkbaren, in den Ansprüchen 1 bis 20 erfaßten erfindungsgemäßen Konstruktionsvarianten sieht vor, daß das Abtrennen der

schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium 2 wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten entsprechend den Ansprüchen 21 bis 24 abläuft:

- a) In der ersten Schrittfolge wird mindestens ein Filter 8 mit dem zu separierenden flüssigen Medium 2 über das Rohrsystem beaufschlagt. Das Rohrsystem ist in einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 wechselseitig anwendbar, wobei in dieser ersten Schrittfolge bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis 5 zwischen den Polschuhen 6 z. B. gemäß Fig. 1 der Vorlauf 3 und der Rücklauf 4 des flüssigen und zu reinigenden Mediums 2 dargestellt sind. Dabei durchsetzt das Magnetfeld den vom Medium 2 mittels des Rohrsystems durchspülten Filter 8, welches z.B. aus einem magnetisierbaren Drahtgewebe besteht. Infolge der hohen Feldgradienten am Filter 8 lagern sich die magnetisierbaren Partikel im Drahtgewebe an. Die Feldstärke kann entsprechend der Drehung (Rotor 10) oder Verschiebung (linear verschiebbares Stück 11) des Permanentmagneten 9 unterschiedlich stark eingestellt werden.
- b) Danach wird in der weiteren Schrittfolge das Magnetfeld des Permanentmagneten 9 (Rotor 10 / linear verschiebbares Stück 11) abgeschaltet. Das oder ein Medium 2 mit einem nun umgekehrt gerichteten Vorlauf 3 und Rücklauf 4 (z.B. entsprechend der Fig. 2) entfernt die am Drahtgewebe des Filters 8 angelagerten und separierten Partikel in einem Spülvorgang. Diese Spülung ist in mehreren Variationen durchführbar, indem z.B.
 - ein zu reinigendes und von den Partikeln zu befreiendes Medium 2 als Spülmedium oder

- ein separates Medium 2 als Spülmedium

durch entsprechende Führung im Rohrsystem mittels Ventilsteuerung im Vorlauf 3 und Rücklauf 4 verwendet werden.

- c) Wiederholung dieser vorbeschriebenen Schrittfolgen im ständigen wechselseitigen Umlauf, wobei das Filter 8 je nach Zustand oder Verbrauch aus der Filterkammer 7 herausnehmbar oder austauschbar ist, um es z. B. zu ersetzen.

Beide Variationen sind im Gegenstrom- (Anspruch 21 b)) oder im Gleichstromverfahren (Anspruch 22) baulich ausführbar.

Mit einem Programm nach Anspruch 25 können die Takte des vor- und rücklaufenden Mediums 2 bzw. Spülmediums in dem wechselseitigen Umlauf in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke für sämtliche Konstruktions- und Verfahrensvarianten gesteuert werden.

Das Verfahren ist mit den in den Ansprüchen 26 bis 28 beschriebenen Merkmalen sowohl komplex als auch variabel für die unterschiedlichen Anwendungszwecke abstimmbar.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Das erfindungsgemäße Konstruktions- und Verfahrensprinzip zeichnet sich in seiner gewerblichen Anwendung dadurch aus, daß

- einerseits eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit mit für die Wartung vorteilhaft austauschbaren Baugruppen geschaffen wird und
- andererseits der Ablauf und der Betrieb der Abtrennung der Partikel aus flüssigen Medien einfach sowie kostengünstig durchgeführt werden können, wobei
- schließlich die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik beseitigt sind und eine vielfältige Anwendung in verschiedenen einschlägigen Industrien möglich wird.

Bezugszeichenliste

1	=	Gehäuse
2	=	Flüssiges Medium
3	=	Vorlauf
4	=	Rücklauf
5	=	Eisenkreis
6	=	Polschuh
7	=	Filterkammer
8	=	Filter
9	=	Permanentmagnet
10	=	Rotor
11	=	linear verschiebbares Stück
12	=	Einzelpermanentmagnet
13	=	Antrieb
14	=	Achse
15	=	Lager
N	=	Nordpol
S	=	Südpol

Patentansprüche

1. Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien (2) in einem Umlauf, umfassend
 - ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse (1) mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums (2) in einem Rohrsystem mit Vorlauf (3) und Rücklauf (4),
 - einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis (5), in dem sich in einer, zwischen Polschuhen (6) des Eisenkreises (5) ausgebildeten Filterkammer (7) mindestens ein Filter (8) befindet, das von dem zu reinigendem Medium (2) durchströmt wird,
 - mindestens einen in dem Eisenkreis (5) angeordneten Permanentmagneten (9) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zwischen den Polschuhen (6), wobei der Eisenkreis (5) zu dem flüssigen Medium (2) getrennt und somit abgedichtet ist, und
 - das Magnetfeld zwischen den Polschuhen (6), welches mittels des Permanentmagneten (9) im Wechsel abschaltbar und wieder einschaltbar ist.
2. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**
 - a) eine über die gesamte Länge des Filters (8) beaufschlagte, beidseitige Zuführung des Mediums (2) und
 - b) ein geschlossenes Rohrsystem (3, 4), welches von dem Eisenkreis (5) umschlossen ist.

3. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Länge des Filters (8) \leq der Länge der Polschuhe (6) entspricht.
4. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Querschnitte der Anschlüsse des Filters (8) für das Medium (2) so gestaltet sind, daß das Filter einer gleichmäßigen Durchströmung des Mediums (2) unterliegt und dafür die Filterkammer (7) entsprechend ausgebildet ist.
5. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gehäuse (1) als Rahmen zur Aufnahme einer Baugruppe für das Polsystem (5, 6) und zur Aufnahme einer Baugruppe für das Rohrsystem (3, 4) ausgebildet ist.
6. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Permanentmagnet (9) als Rotor (10) ausgebildet und in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) drehbar angeordnet ist.
7. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehwinkel des Rotors (10) von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert einstellbar ist.
8. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drehwinkel des Rotors (10) 90°-weise einstellbar ist.
9. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Permanentmagnet (9) als linear verschiebbares Stück (11) in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) ausgebildet ist.

10. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** eine derartige Gestaltung des Eisenkreises (5), daß mindestens zwei Filter (8) vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten (9) gleichzeitig oder auch im Wechsel hinsichtlich je eines beaufschlagbaren Magnetfeldes eingeschaltet oder ausgeschaltet sind.
11. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Permanentmagnet (9) aus mehreren Einzelpermanentmagneten (12) besteht.
12. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Permanentmagnet (9) mit einem Antrieb (13) verbunden ist.
13. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor (10) mit seiner Achse (14) in Lagern (15) gelagert ist.
14. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das linear verschiebbare Stück (11) gelagert ist.
15. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filter (8) aus magnetisierbarem Drahtgewebe oder magnetisierbarer Stahlwolle besteht.
16. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filter (8) einen Käfig mit darin eingeschlossenem, magnetisierbarem Material, wie Drahtgewebe, Stahlwolle oder Späne darstellt.
17. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filter (8) aus der Filterkammer (7) herausnehmbar oder austauschbar ist.

18. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwecks Optimierung der Abscheidung die innere Anordnung des Filters (8) so gestaltet ist, daß das durchströmende Medium (2) mit wechselnder Strömungsrichtung das Filter (8) passiert.
19. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß
- a) Mittel im Filter (8) vorgesehen sind, die den Durchfluß des Mediums (2) senkrecht oder quer zur Gesamt-Fläche des magnetisierbaren Drahtgewebes, der magnetisierbaren Stahlwolle oder Späne sichern und
 - b) die Längsachsen der einzelnen Bestandteile wie Drähte des Drahtgewebes oder der Stahlwolle sowie der Späne nicht in Richtung des Magnetfeldes verlaufen.
20. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Filter (8) aus mehreren, einzelnen Filtern (8) besteht.
21. Verfahren zum Betreiben eines Hochgradienten-Magnetfilters nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten abläuft:
- a) Beaufschlagung mindestens eines Filters (8) mit dem zu separierenden flüssigen Medium (2) über das Rohrsystem in einem Vorlauf (3) und einem Rücklauf (4) bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis (5) zwischen den Polschuhen (6) und Durchsetzung des Magnetfeldes in der vom Medium (2) durchspülten Filterkammer (7) des Filters (8), wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter (8) die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Drehung oder Verschiebung des Permanentmagneten (9) unterschiedlich stark einstellbar ist, danach

- b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentmagneten (9) und Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Filter (8) in einem Spülvorgang als Gegenstrom mit umgekehrt gerichtetem Vorlauf (3) und Rücklauf (4) und
 - c) Wiederholung der Schrittfolge a) und b) bis zur Beendigung der Abtrennung der Partikel aus dem flüssigen Medium (2).
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß an Stelle des Schrittes b) der Spülvorgang im Gleichstrom erfolgt, wobei die Schrittfolge durch
- Vorlauf Spülmedium (2)
 - Rücklauf verunreinigtes Spülmedium (2)
- bestimmt ist.
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, **gekennzeichnet durch** die Verwendung des zu reinigenden und von den Partikeln zu befreienden Mediums (2) als Spülmedium.
24. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines separaten Mediums (2) als Spülmedium.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **gekennzeichnet durch** die Verwendung eines Programmes zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums (2) bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor Erreichen der Aufnahmekapazität des Filters (8) dieser abgeschaltet wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Verwendung mehrerer Filter (8) mindestens einer für eine Anlagerung der Partikel und mindestens ein anderer für den Spülvorgang geschaltet wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuerung der Takte von einer Zeit abhängig und/oder von einem Differenzdruck abhängig geschaltet wird.

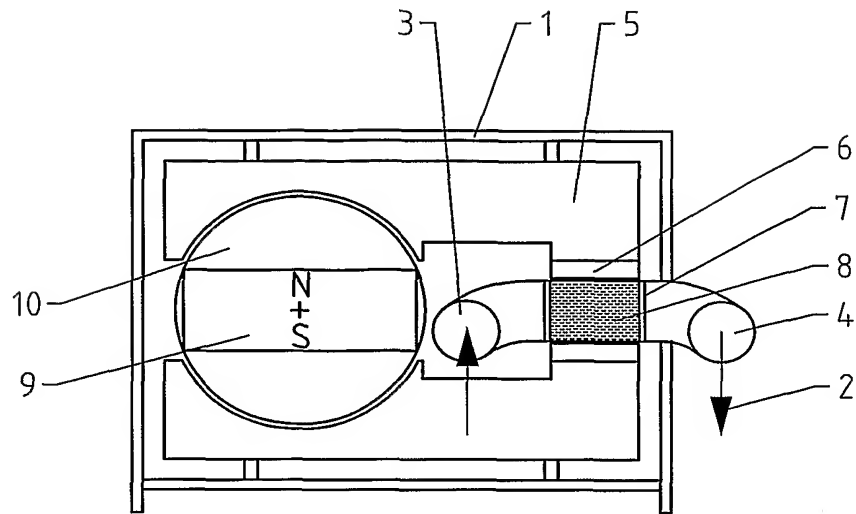


Fig. 1

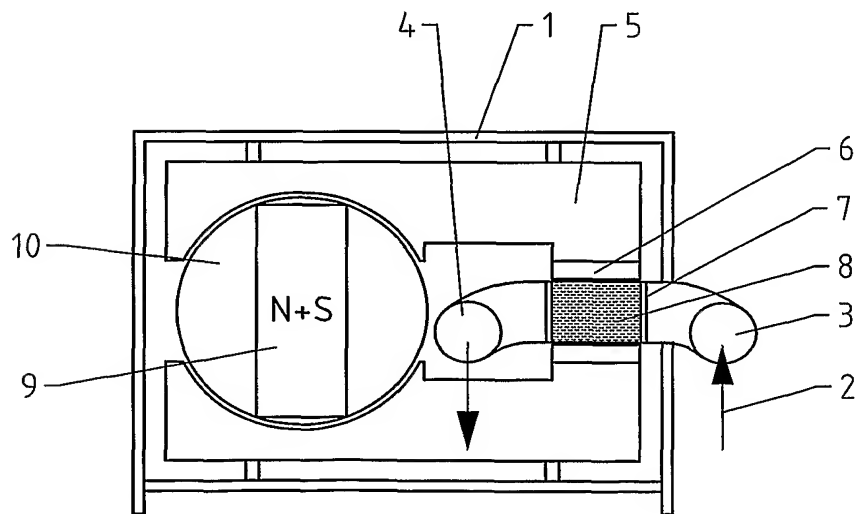


Fig. 2

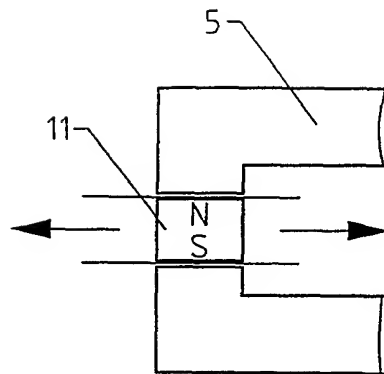


Fig. 3

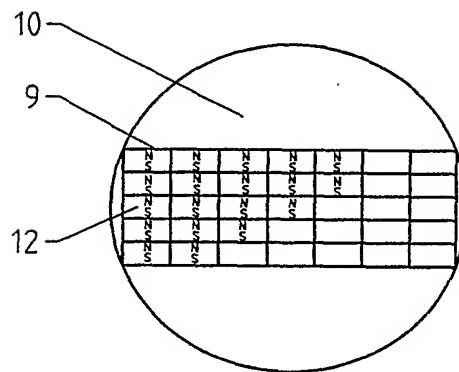


Fig. 4

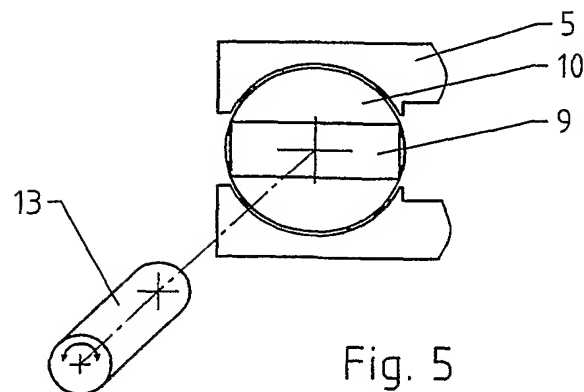


Fig. 5

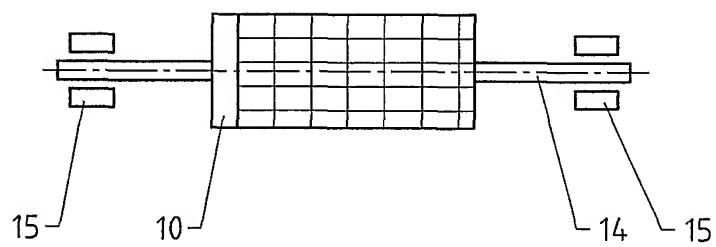


Fig. 6

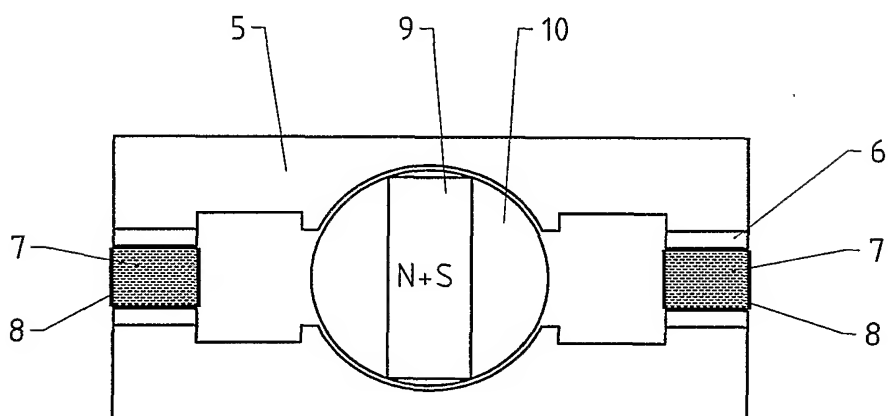


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/01225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B03C1/033

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 11 77 091 B (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 3 September 1964 (1964-09-03) column 3, line 37 -column 5, line 54; claims 1-3,5,6; figures 1,2 ---	1,2,4-8, 12,13, 15,21-26
A	DE 904 041 C (SPODIG HEINRICH) 15 February 1954 (1954-02-15) page 2, line 55 - line 126; claim 1; figure 1 ----- -/--	1,11,15, 16



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 August 2002

Date of mailing of the international search report

21/08/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Decanniere, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/01225

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WATSON J H P ET AL: "MAGNETIC SEPARATION USING A SWITCHABLE SYSTEM OF PERMANENT MAGNETS (ABSTRACT)" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 81, no. 8, PART 2A, 15 April 1997 (1997-04-15), page 4259 XP000702761 ISSN: 0021-8979 the whole document -----	1,15,18, 21
A	EP 0 434 556 A (FIVES CAIL BABCOCK) 26 June 1991 (1991-06-26) column 4, line 45 -column 6, line 4; claims 1-3,6,7; figures 1,2 -----	1,9,11, 16,17,21
A	GB 796 336 A (BLENDING MACHINE COMPANY LTD) 11 June 1958 (1958-06-11) page 1, line 69 -page 2, line 58; claims 1,2,4; figures 1,2 -----	1,9,11, 12,15-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/01225

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1177091	B	03-09-1964	LU 45700 A1	20-09-1965
DE 904041	C	15-02-1954	NONE	
EP 0434556	A	26-06-1991	FR 2655881 A1	21-06-1991
			AT 119076 T	15-03-1995
			AU 628698 B2	17-09-1992
			AU 6814890 A	27-06-1991
			BR 9006337 A	24-09-1991
			CA 2032579 C	03-10-1995
			CA 2032579 A1	21-06-1991
			CS 9006338 A3	17-06-1992
			DE 69017401 D1	06-04-1995
			DE 69017401 T2	13-07-1995
			EP 0434556 A1	26-06-1991
			ES 2069720 T3	16-05-1995
			GR 3015260 T3	30-06-1995
			MX 172887 B	18-01-1994
			OA 9280 A	31-08-1992
			PL 288358 A1	02-12-1991
			RO 103410 B1	15-04-1993
			RU 2052299 C1	20-01-1996
			US 5137629 A	11-08-1992
			ZA 9009953 A	30-10-1991
GB 796336	A	11-06-1958	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/01225

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B03C1/033

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B03C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 11 77 091 B (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 3. September 1964 (1964-09-03) Spalte 3, Zeile 37 - Spalte 5, Zeile 54; Ansprüche 1-3,5,6; Abbildungen 1,2 ---	1,2,4-8, 12,13, 15,21-26
A	DE 904 041 C (SPODIG HEINRICH) 15. Februar 1954 (1954-02-15) Seite 2, Zeile 55 - Zeile 126; Anspruch 1; Abbildung 1 ----- -/-	1,11,15, 16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. August 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/08/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Decanniere, L

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WATSON J H P ET AL: "MAGNETIC SEPARATION USING A SWITCHABLE SYSTEM OF PERMANENT MAGNETS (ABSTRACT)"</p> <p>JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 81, Nr. 8, PART 2A, 15. April 1997 (1997-04-15), Seite 4259</p> <p>XP000702761</p> <p>ISSN: 0021-8979</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>----</p>	1,15,18,21
A	<p>EP 0 434 556 A (FIVES CAIL BABCOCK)</p> <p>26. Juni 1991 (1991-06-26)</p> <p>Spalte 4, Zeile 45 -Spalte 6, Zeile 4; Ansprüche 1-3,6,7; Abbildungen 1,2</p> <p>----</p>	1,9,11,16,17,21
A	<p>GB 796 336 A (BLENDING MACHINE COMPANY LTD) 11. Juni 1958 (1958-06-11)</p> <p>Seite 1, Zeile 69 -Seite 2, Zeile 58; Ansprüche 1,2,4; Abbildungen 1,2</p> <p>-----</p>	1,9,11,12,15-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/01225

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1177091	B	03-09-1964 LU 45700 A1	20-09-1965
DE 904041	C	15-02-1954 KEINE	
EP 0434556	A	26-06-1991 FR 2655881 A1	21-06-1991
		AT 119076 T	15-03-1995
		AU 628698 B2	17-09-1992
		AU 6814890 A	27-06-1991
		BR 9006337 A	24-09-1991
		CA 2032579 C	03-10-1995
		CA 2032579 A1	21-06-1991
		CS 9006338 A3	17-06-1992
		DE 69017401 D1	06-04-1995
		DE 69017401 T2	13-07-1995
		EP 0434556 A1	26-06-1991
		ES 2069720 T3	16-05-1995
		GR 3015260 T3	30-06-1995
		MX 172887 B	18-01-1994
		OA 9280 A	31-08-1992
		PL 288358 A1	02-12-1991
		RO 103410 B1	15-04-1993
		RU 2052299 C1	20-01-1996
		US 5137629 A	11-08-1992
		ZA 9009953 A	30-10-1991
GB 796336	A	11-06-1958 KEINE	

PUB-NO: WO002081092A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 2081092 A1
TITLE: HIGH-GRADIENT MAGNETIC
FILTER AND METHOD FOR THE
SEPARATION OF WEAKLY
MAGNETISABLE PARTICLES FROM
FLUID MEDIA
PUBN-DATE: October 17, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FRANZREB, MATTHIAS	DE
LEINEN, HARALD	DE
WARLITZ, GOETZ	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
STEINERT GMBH ELEKTROMAGNETBAU	DE
KARLSRUHE FORSCHZENT	DE
FRANZREB MATTHIAS	DE
LEINEN HARALD	DE
WARLITZ GOETZ	DE

APPL-NO: DE00201225
APPL-DATE: April 4, 2002

PRIORITY-DATA: DE10117659A (April 9, 2001)

INT-CL (IPC) : B03C001/033

EUR-CL (EPC) : B03C001/033

ABSTRACT:

CHG DATE=20021203 STATUS=O>High-gradient magnetic filter and method for the separation of weakly magnetisable particles from fluid media (2) in a circuit, embodied as a compact, low-maintenance unit with low repair requirements, comprising a housing (1), for the high gradient magnetic filter, with means for directing the flowing medium (2) in a pipe system with a feed (3) and return (4), a magnetic circuit (5), forming the high-gradient magnet filter in which at least one filter (8) is arranged in a filter chamber (7), formed between the pole faces (6) of the magnetic circuit (5), through which the medium (2) for purification flows, at least one permanent magnet (9), arranged in the magnetic circuit (5), for generation of a magnetic field between the pole faces (6). The magnetic circuit (5) is separated and sealed off from the flowing medium, the magnetic field between the pole faces (6) may be alternately switched on and off by means of the permanent magnet (9), whereupon the discharge and the operation of separating off the particles from the flowing medium may be achieved simply and economically.